

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-334661

(43)Date of publication of application : 04.12.2001

(51)Int.Cl. B41J 2/045
B41J 2/055

(21)Application number : 2001-080904

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 21.03.2001

(72)Inventor : NAKAMURA HIROFUMI
KANDA TORAHIKO

(30)Priority

Priority number : 2000078876 Priority date : 21.03.2000 Priority country : JP

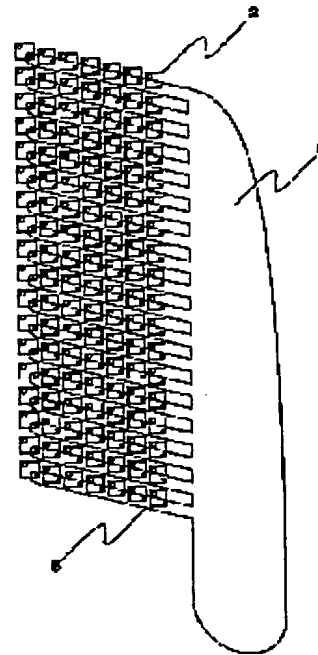
(54) INK JET HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize high density of nozzles by reducing an occupation area of a chamber by maintaining a quantity of an ink drop to be ejected, to achieve a highly reliable ink jet head capable of maintaining a large quantity of the ink drop even when the nozzles are arranged in high density and executing stable driving, to simplify the manufacturing process therefor and to improve the processing accuracy.

SOLUTION: When a ratio of a diameter of a circumscribed circle to a diameter of an inscribed circle in a plane shape on a face of a chamber provided with a pressurizing plate (the circumscribed circle diameter/the inscribed circle diameter) is represented by A, the plane shape of the pressurizing plate satisfies an expression of $1 \leq A \leq 2$. For example, the plane shape of the chamber with the pressurizing plate is in a rough square or a rough rhombus and the layout of the chambers is in a tessellate lattice.

Actuators are integrally processed by dicing by each row and each column. A direction of a flow of ink in the chamber is in a direction of a longer diagonal line of the chamber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-334661
(P2001-334661A)

(43) 公開日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
B 4 1 J	2/045	B 4 1 J	3/04
	2/055		1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-80904(P2001-80904)
(22) 出願日 平成13年3月21日(2001.3.21)
(31) 優先権主張番号 特願2000-78876(P2000-78876)
(32) 優先日 平成12年3月21日(2000.3.21)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

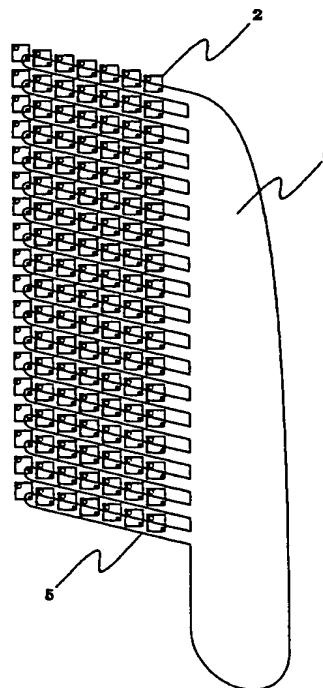
(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72) 発明者 中村 洋文
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内
(72) 発明者 神田 虎彦
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内
(74) 代理人 100078237
弁理士 井出 直孝 (外1名)
Fターム(参考) 2C057 AF34 AF51 AC38 AC39 AG40
BA04 BA14

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド

(57) 【要約】

【課題】 吐出するインク滴量を維持しながらもチャンバの占有面積を小さくし、ノズルの高密度化を実現する。ノズルを高密度配置としても吐出するインク滴量を大きく維持でき、かつ安定した駆動が行える信頼性の高いインクジェットヘッドを実現する。製造プロセスの簡略化や加工精度の向上を実現する。

【解決手段】 チャンバの加圧板を配した面の平面形状の外接円直径と内接円直径との比〔外接円径/内接円径〕をAとすると、加圧板の平面形状は $1 \leq A \leq 2$ の関係にあり、例えば、チャンバの加圧板を配した面の平面形状が概略正方形または概略菱形であり、そのチャンバのレイアウトを基盤目の格子状に配置する。各行および各列単位で一括にアクチュエータをダイシング加工する。チャンバ内のインク流れの方向をチャンバの長い方の対角線方向とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ヘッド主走査方向に対して一定角度傾いた複数の行と、当該ヘッド主走査方向と直交する複数の列とにより構成された格子状に設けられた複数のノズルと、

前記複数のノズルに対応してそれぞれ設けられた複数のチャンバと、

前記複数のチャンバの各々の 1 面を形成する加圧板と、前記加圧板にそれぞれ設けられ、前記チャンバ内のインクを加圧するように前記加圧板を変形させるアクチュエータと、

前記複数の行または列に対応して配置され、前記複数のチャンバにインクを供給する複数のインクプール支流と、

前記インクプール支流が少なくとも 2 つ以上合流して形成されるインクプール本流とを備え、

前記加圧板の平面形状の外接円直径と内接円直径との比〔外接円径／内接円径〕を A とするとき、前記加圧板の平面形状は $1 \leq A \leq 2$ の関係にあることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項 2】 前記加圧板の平面形状は、概略正方形であることを特徴とする請求項 1 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 3】 前記加圧板の平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形であることを特徴とする請求項 1 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 4】 前記アクチュエータの平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形である請求項 3 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 5】 前記チャンバ内のインク流路は、前記チャンバの長い方の対角線方向に形成された請求項 4 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 6】 前記各行とヘッド主走査方向との傾きを θ とし、前記各行に配置した複数のノズルの隣接する間隔のヘッド主走査方向に対して直交する方向の距離を d (mm) とするとき、 $d / \tan \theta \geq 0.2$ (mm) である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【請求項 7】 前記各行に配置したノズル数を n とすると、前記 n と前記 d との関係が $n \times d \geq 0.2$ (mm) である請求項 6 記載のインクジェットヘッド。

【請求項 8】 前記 n と前記 θ との関係は、 $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$ である請求項 6 又は 7 に記載のインクジェットヘッド。

【請求項 9】 前記インクプール支流よりも前記インクプール本流の断面積が大きく形成された請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載のインクジェットヘッド。

【請求項 10】 前記インクプール支流および／または前記インクプール本流の断面積は、下流に行くほど減少するように形成された請求項 1 ないし 9 のいずれかに記

載のインクジェットヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インク滴が吐出するノズルを高密度に多数配置可能なインクジェットヘッドに関し、さらに詳しくは、インク滴を記録媒体へ飛翔させて画像記録等を行うインクジェット記録装置であって、複数のノズルと、各ノズルに対応して配されるチャンバと、チャンバの各々の 1 面を形成する加圧板と、その加圧板を駆動するアクチュエータとを有し、そのアクチュエータの駆動による加圧板の変形によりチャンバ内のインクを圧縮しノズルからインク滴を吐出させるインクジェットヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】従来例を図 11 を参照して説明する。図 11 は、特開平 4-148936 号公報に示される従来のインクジェットヘッドの一例を示している。その構成は、ノズル 101 が一列に多数並び、細長い平面形状のチャンバ 102 が、その一端がノズルに対応する位置になるよう、ノズル列に対して両側へ交互に対向して配されている。また、チャンバの他端には供給孔 103 が配されている。

【0003】さらに、チャンバが配された層と異なる層に、全チャンバに共通のインクプール 104 が配されており、各チャンバとは供給孔 103 を介して連結している。また、各チャンバの 1 面を形成する加圧板にはそれぞれアクチュエータが取り付けられている。以下では、アクチュエータは、圧電素子により構成された圧電アクチュエータについて説明する。

【0004】このインクジェットヘッドの動作は、アクチュエータを駆動させることで加圧板がチャンバ 102 の体積を減少させる方向にたわみ、その結果チャンバ内のインクが圧縮され、ノズル 101 からインク滴が吐出するものである。インク滴の吐出後は、加圧板の変形が元に戻るにしたがって供給孔を経由してインクプール 104 からインクがチャンバへ再充填されて次の吐出に備える。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のインクジェットヘッドにおいては、ノズル間のピッチを小さくし、それに伴って幅の小さいチャンバを多数配列することによって、ノズルの高密度配置が実現できるという利点がある。

【0006】しかしながら、高密度化を進めるにつれてチャンバの幅を小さくしなければならず、それに伴い加圧板がたわみにくい形状となり、したがってチャンバの体積変化量を大きく取ることができない。高速印字を実現するには最低 30 p l (ピコリットル) の体積変化量が必要とされているが、微小なインク滴しか吐出できず、その結果、印字速度が遅いという問題点があった。

10

20

30

40

50

あるいは、チャンバの体積変化量を大きくとるためにはその長手方向長さを大きくすることで対処しなければならず、その結果、チャンバの占有面積が大きくなり、結果的にノズルの面密度向上は実現できないという問題点があった。

【0007】本発明は、このような背景に行われたものであって、加圧板がたわみやすい平面形状のチャンバを用いることによって、吐出するインク滴量を維持しながらもチャンバの占有面積が小さくでき、ノズルの高密度化が実現可能なインクジェットヘッドを提供することを目的とする。本発明は、ノズルを高密度配置としても吐出するインク滴量を大きく維持でき、かつ安定した駆動が行え、信頼性の高いインクジェットヘッドを提供することを目的とする。本発明は、製造プロセスの簡略化および加工精度の向上を図ることができるインクジェットヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によるインクジェットヘッドは、ヘッド主走査方向に対して一定角度傾いた複数の行と、当該ヘッド主走査方向と直交する複数の列とにより構成された格子状に設けられた複数のノズルと、前記複数のノズルに対応してそれぞれ設けられた複数のチャンバと、前記複数のチャンバの各々の1面を形成する加圧板と、前記加圧板にそれぞれ設けられ、前記チャンバ内のインクを加圧するように前記加圧板を変形させるアクチュエータと、前記複数の行または列に対応して配置され、前記複数のチャンバにインクを供給する複数のインクプール支流と、前記インクプール支流が少なくとも2つ以上合流して形成されるインクプール本流とを備え、前記加圧板の平面形状の外接円直径と内接円直径との比〔外接円径／内接円径〕をAとすると、前記加圧板の平面形状は $1 \leq A \leq 2$ の関係にあることを特徴とする。例えば、前記加圧板の平面形状は、概略正方形である。または、前記加圧板の平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形である。

【0009】これにより、アクチュエータを駆動した際に加圧板がたわみやすい形状であるため、チャンバの占有面積を小さくしても駆動時の必要体積変化量を維持することが可能な、高効率のチャンバを得ることができる。したがって、吐出するインク滴量を落とすことなく、ノズルを高密度に配置することが可能となる。

【0010】さらに前記加圧板の平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形である場合、前記アクチュエータの平面形状は、前記各行および前記各列に平行である辺を有する概略菱形であることが望ましい。

【0011】これにより、各行および各列単位で一括にアクチュエータをダイシング加工できる。したがって、製造プロセスの簡略化や、アクチュエータの寸法および

位置の高精度化が可能となる。

【0012】前記チャンバ内のインク流路は、前記チャンバの長い方の対角線の方に形成されることが望ましい。

【0013】これにより、チャンバ内のインク流れをスムーズにできるため気泡の停留を防止しインクジェットヘッドの信頼性を向上できる。

【0014】前記各行とヘッド主走査方向との傾きを θ とし、前記各行に配置した複数のノズルの隣接する間隔のヘッド主走査方向に対して直交する方向の距離をd (mm) とするとき、 $d / \tan \theta \geq 0.2$ (mm) であることが望ましい。

【0015】これにより、各チャンバのヘッド主走査方向の幅が約0.2mm以上とすることができ、所望の大きさのインク滴を吐出させるだけの体積変化量を発生するチャンバ寸法を得ることができる。

【0016】前記各行に配置したノズル数をnとすると、前記nと前記dとの関係が $n \times d \geq 0.2$ (mm) であることが望ましい。

【0017】これにより、各チャンバのヘッド主走査方向と直交する方向の幅が約0.2mm以上とすることができ、所望の大きさのインク滴を吐出させるだけの体積変化量を発生するチャンバ寸法を得ることができる。

【0018】前記nと前記 θ との関係は、 $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$ であることが望ましい。

【0019】これにより、各チャンバの寸法許容範囲に関し、ヘッド主走査方向と、ヘッド主走査方向と直交する方向とを概略同一とすることができる。このレイアウトによれば、チャンバをスペース的に無駄なくマトリクス配置とすることで高密度化が実現できる。例えば、 $n \times \tan \theta$ の値が1より小さい場合は、各チャンバの寸法許容範囲に関し、ヘッド主走査方向をこれと直交する方向よりも大きくとることができる。また、1より大きい場合はヘッド主走査方向と直交する方向をヘッド主走査方向よりも大きくとることができる。したがって、概略正方形または概略菱形のチャンバを用いた場合には、その空いたスペースを前記インクプール支流のスペースとして有効活用することができるため、チャンバとインクプールとを含めた高密度化が実現できる。

【0020】前記インクプール支流よりも前記インクプール本流の断面積が大きく形成されることが望ましい。

【0021】これにより、各インクプール支流に流れるインク流量の全てがインクプール本流に流れても、安定な流れとすることができる。また、その際の流路抵抗が少ないので単位時間あたりのインク供給量を大きくすることができ、吐出周波数を増加させることができる。さらに、各支流間のインク供給量の差を低減することができる。ノズル間の吐出特性ばらつきを抑制することができる。

【0022】前記インクプール支流およびまたは前記イ

10

20

30

40

50

ンクプール本流の断面積は、下流に行くほど減少するように形成されることが望ましい。

【0023】これにより、インクプール本流の場合は下流に向かうにしたがいインクプール支流への供給によって、またインクプール支流の場合は下流に向かうにしたがいチャンバへの供給によって、いずれもインク流量が低下するが、その際に流速は低下させないようにすることができる。これにより、下流部でも安定した供給を行うことができ、ノズル間の吐出特性ばらつきを抑えることができる。また、流速低下による気泡の停留も抑制することができる。インクジェットヘッドの信頼性を向上させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を述べるに先立ち、占有面積が小さくても駆動時の体積変化量を大きく取れる高効率チャンバの形状について事前調査を行ったので、その説明を行う。

【0025】図1(a)は、加圧板が配されている四角形チャンバ面の平面形状に関し、その面積が同一で縦横比が異なる各形状に対して、同一圧力を印加したときの排除体積(体積変化量)を数値解析調査したものである。なお、チャンバの加圧面の面積は0.608平方mm、アクチュエータの加圧板の材質はNiで弾性係数200GPa、その厚さは20μm、印加圧力は0.1MPaとした。

【0026】この結果によると、チャンバ平面形状の縦横比が1に近いほど、すなわち正方形に近いほどたわみやすく、体積変化量を大きく得られることがわかった。すなわち、正方形に近い平面形状のチャンバを用いることで、より小さい占有面積でも大きな体積変化量を得ることができる。

【0027】なお、本調査では四角形について調査を行ったが、それ以外の多角形や円形においても同様の効果が得られる。より詳しくは、多角形や円形における最も大きい幅寸法と最も小さい幅寸法との比率が1に近いほどたわみやすく、体積変化量を大きく得られる。

【0028】そこで、チャンバの平面形状として、すなわち、加圧板の平面形状として、角の数で分類した様々な形状のものを考える。例えば三角形では、正三角形や直角三角形、二等辺三角形などが考えられ、四角形では、正方形や長方形、台形、菱形などが考えられる。図1(b)は、そのチャンバの加圧面の面積が同一の条件下で、三角形、四角形、六角形、円形における様々な形状のものに対し、その各チャンバの加圧面(加圧板)に圧力(一定値)を印加した時の排除体積(体積変化量)を数値解析した結果である。横軸は、各チャンバの加圧面の平面形状の「(外接円の直径)/(内接円の直径)」の値(以後、このチャンバの形状指標をA値と呼ぶ)、縦軸は体積変化量である。ここで、A値には、チャンバの加圧面の平面形状の角数に依存する最小値が存

在し、三角形では2(正三角形の時)、四角形では $\sqrt{2}$ (正方形の時)、六角形では $2/\sqrt{3}$ (正六角形の時)、円形では1(真円の時)である。なお解析条件として、チャンバの加圧面の面積は0.375平方mm、加圧板の材質はNiを想定し弾性係数200GPa、その厚さは15μm、印加圧力は0.1MPaとした。

【0029】この結果によると、A値と体積変化量の関係は、チャンバの加圧面の平面形状の角数にはほとんど依存しないことが明らかになった。すなわち、チャンバの加圧面の面積が決まれば、A値だけで体積変化量をほとんど規定できる。同図より、目標とする30p1以上を実現するには、A値を2以下とする必要があることが明らかになった。なお、A値の最小値は、真円の時の1である。

【0030】本発明においては、上述したようにノズルが格子状にマトリクス配置される。この場合、各ノズルにチャンバを配置するに当たってチャンバ寸法に課せられる条件は、横幅が、ヘッド走査方向のノズルピッチ(=d/tanθ)よりも小さく、かつ縦幅が、ヘッド走査方向と直交する方向のノズル行ピッチ(=d×n)よりも小さく、ということになる。従って、横幅と縦幅との比は、n×tanθで表され、チャンバ寸法の許容範囲の(縦/横)の比を示す。その値が0.5(横長)から2(縦長)の間であれば、前述のチャンバの形状指標のA値が1≤A≤2を満たすチャンバを配置する時に、チャンバを高効率(高密度)にレイアウトすることができる。つまり、0.5≤n×tanθ≤2であれば、30p1を実現するチャンバを高密度に配置できる効果を得ることができる。

【0031】この解析結果を受け、以下の実施例では概略正方形チャンバを基盤目の格子状にマトリクス配置した試作評価に関し、図を用いて詳細に説明する。

【0032】(第一実施例)本発明第一実施例では、平面形状が概略正方形であるチャンバを基盤目の格子状にマトリクス配置し、さらに各チャンバにインクを供給するインクプールとして、本流と複数の支流とを有するクシ歯形状インクプールを採用した。そのための構成を、以下に示す。図2は、本発明第一実施例を示すインクジェットヘッドの全体図である。また、図3はその詳細を示す拡大図である。さらに、図4はチャンバ単位での立体構成を示す断面図である。

【0033】本実施例のインクジェットヘッドは、インク滴が吐出するノズル1と、各ノズルに対応して配され、その平面形状が概略正方形のチャンバ2と、チャンバの底面を構成している加圧板7と、加圧板に接合され、駆動電圧を印加する個別電極8を備えたアクチュエータ9と、を有する複数のインク室ユニットが基盤目の格子状にマトリクス配置されて構成されている。また、インクプール支流5とインクプール本流6が連結して、クシ歯形状インクプールが形成されている。各インク室

ユニットの圧力室は、各々に対応して配された供給孔3により、インクプール支流5に連結している。

【0034】マトリクス配置を定めるために必要なパラメータは、図5に示すように、次の4つである。すなわち、前記各行11, 12, 13, ...に配置した複数ノズルの隣接する間隔のヘッド主走査方向30に対して直交する方向の距離20（以後d）と、前記各行11, 12, 13, ...とヘッド主走査方向30の角度31（以後 θ ）と、前記各行11, 12, 13, ...に配置したノズル数（以後n）、そして前記各行の総数（以後m）である。また、前記各列21, 22, 23, ...はヘッド主走査方向30と直交する方向である。本試作においては、それぞれの値を、 $d=0.1693\text{mm}$ 、 $\theta=12.53^\circ$ 、 $n=6$ 、 $m=16$ とした。このレイアウトにより、全ノズル数は96個であり、各チャンバ2の寸法許容範囲は、ヘッド主走査方向の幅が0.762mm、ヘッド主走査方向と直交する方向の幅が1.016mmである。そのうち、本試作で用いたチャンバ2の寸法は0.612mm×0.612mmの正方形チャンバとした。

【0035】このレイアウトおよびチャンバ寸法の場合には、ヘッド主走査方向よりも、その直交する方向の方が、ノズル間のスペースが空いている。本試作では、このスペースをインクプール支流5として活用することで極力幅が広く大容量のインクプールとし、吐出駆動時のノズル間クロストーク低減や、リフィル速度向上による駆動周波数向上を実現した。このインクプールレイアウトにより、インクプール支流5はヘッド主走査方向30に対して θ だけ傾いた前記各行と平行で、その数が前記各行の数mと同じだけ配されている。

【0036】各インクプール支流5は、それぞれの一端においてインクプール本流6に合流している。インクプール本流6から支流5へ分岐する際の流れの方向の角度の変化が90度未満となるように、各インクプール支流5からインクプール本流6から分岐されている。これにより、分岐する際の渦の生成や流れよどみ点の発生を防止できるため、各チャンバに安定したインク供給を行うことができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることが可能となる。また、本試作ではインクプール支流5の幅は上流から下流まで一定としたが、インクプール本流6に関しては下流の方が狭くなる構造とした。

【0037】なお本試作では、各インクプール支流5の先端部にあたる列と、インクプール本流6の先端部と根本部にあたる行を、実際には駆動を行わないダミーチャンバを設けている。ダミーチャンバは、駆動を行う正規のチャンバと構造は全て同一である。このダミーチャンバを設けることにより、混入してきた気泡を排出しやすくすることができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることが可能となる。

【0038】各チャンバ2に配されたアクチュエータ9

は、その外形がチャンバ2の寸法と同一であり、厚さは $30\mu\text{m}$ とした。加圧板7への接合には、導電性の接着剤（図示せず）を用いている。駆動電圧を印加する個別電極8がそれぞれ加圧板7と対向する面に配されており、共通電極は加圧板7がその役割を担っている。

【0039】なお、本実施例で用いたアクチュエータ材料はジルコン酸チタン酸鉛系セラミクスであるが、その他の一般的な強誘電体等を用いることもできる。

【0040】次に、本実施例の製造法を、図を用いて説明する。図6に示すように、Au電極41を両面に蒸着させた厚さ $30\mu\text{m}$ のシート状圧電体40を、仮固定粘着シート42を介して仮固定基板43に貼り付ける。その後、図7に示すように、アクチュエータとして必要とする位置と寸法に合わせて作成したマスク44を用いサンドブラスト処理を行って、各アクチュエータ9を分離加工する。さらに、そのアクチュエータ表面に導電性接着剤（図示せず）を塗布し、厚さ $15\mu\text{m}$ の加圧板7に転写接合させた後、先の仮固定粘着シート42および仮固定基板43を取り外す。以上により、加圧板とアクチュエータのユニットが完成する。

【0041】次に、ノズル1やチャンバ2、クシ歯形状のインクプール支流5等を含むインク室を製造するための説明を述べる。図8はインク室を構成する部材を示している。ノズルを有するノズルプレート51、ノズルに連通する孔とクシ歯形状のインクプール支流5および本流6を有するプールプレート54、ノズルに連通する孔と供給孔を有する供給孔プレート53、チャンバを有するチャンバプレート52、それと加圧板7である。これら全ての部材はステンレス鋼板を用いた。ノズル1と供給孔3は穴開けプレス加工を用いて作成し、またクシ歯形状のインクプール支流5やチャンバ2はエッチングを用いて作成した。加圧板7を除くこれらのインク室部材（51, 52, 53, 54）を接着接合し、その後先に述べたアクチュエータ9を貼り付けた加圧板7を接着接合する。

【0042】さらに、各アクチュエータ9に配された個別電極8へ駆動電圧を印加するための電気接続を行う。本試作では、マトリクス配置の外周にフレキシブルプリントケーブル（flexible printed cable）（図示せず）の電極端子を配し、その端子と各アクチュエータ9の個別電極8とをワイヤボンディングで接続した。その後、アクチュエータ9には圧電性を与えるため、バイアス電圧を与えて分極処理を行った。

【0043】次に、本実施例の動作について説明する。上記のように作成したインクジェットヘッドのクシ歯形状のインクプール本流6の根本にインク供給用チューブ（図示せず）を接続してインク注入を行う。すると、インクプール本流6→インクプール支流5→供給孔3→チャンバ2→ノズル1の順番にインクが充填される。

【0044】各アクチュエータ9の個別電極8と共通電

極（加圧板7）との間に図9に示したような電圧波形を印加すると、バイモルフ効果（bimorph effect）によって加圧板がたわみ変形し、チャンバ内のインクが圧縮されてノズルからインク滴が吐出するものである。

【0045】実際に製作したインクジェットヘッドに対し、図9に示すような波形の電圧を個別に印加した結果、全ノズルから30p1のインク滴が安定して吐出することを確認した。さらに、同時駆動するノズルの数を変化させて同様の実験を行った結果、駆動数に関わらず同滴量のインク滴が安定して吐出することを確認した。また、駆動する場所による吐出特性の差異も確認されなかった。この実験結果から、概略正方形のチャンバとクシ歯形状のインクプール支流の組み合わせを用いることによって、ノズルを高密度に配置できる効果が確認され、そのインクジェットが安定して吐出することを実験的に実証した。

【0046】また、クシ歯形状インクプールを用いた場合、プール本流内のインク流量は下流ほど少なくなる。従って、本実施例のようにプール本流の下流側を狭くすることによって、下流側でもインク流速の低下が起きず、インク内の気泡やゴミの残留を防止できる効果がある。

【0047】なお、本実施例での加圧板の厚さは15 μ mとしたが、2 μ mの厚さを用いると、チャンバの寸法を0.2mm \times 0.2mmまで小さくしても、同様に30p1のインク滴を吐出することが実験により確認された。

【0048】ここで、ノズルのヘッド主走査方向のピッチをwとしたとき、 $w = d / \tan \theta$ であって、wは0.2mm以上の条件であるから、 $d / \tan \theta \geq 0.2$ (mm)であって、この式を変形すると、 $\tan \theta \leq (d / 0.2)$ となる。したがって、ノズルの配置は、 $0 \leq \tan \theta \leq 5d$ 、 $n \times d \geq 0.2$ (mm)の条件であれば、このチャンバをレイアウトすることができるため、さらに高密度の配列を実現することができる。

【0049】（第二実施例）本発明第一実施例において、各チャンバ外形の各辺が、前記各行と前記各列にそれぞれ平行である菱形チャンバとすることによって、正方形チャンバの高効率特性を引き継ぎながらも、チャンバ内のインク流れをスムーズにできるため気泡の停留を防止しインクジェットヘッドの信頼性を向上でき、さらにアクチュエータの製造法も簡便化することができる。その構成を、本発明第二実施例として以下に示す。

【0050】図10は、本発明第二実施例を示すインクジェットヘッドの詳細を示す拡大図である。ヘッドの全体構成や立体構成は第一実施例と同一である。

【0051】本実施例のインクジェットヘッドにおけるチャンバ形状は、その平面形状が概略菱形であり、さらに詳しくは、その各辺の傾きが、前記各行11、12、13、・・・と前記各列21、22、23、・・・の傾

きに一致している。このチャンバ2において長い方の対角線の両端に、ノズル1と供給孔3がそれぞれ配されている。また、アクチュエータ9の形状もこれにしたがい、その各辺の傾きが前記各行11、12、13、・・・と前記各列21、22、23、・・・の傾きに一致している。

【0052】これ以外の部分、つまりクシ歯形状インクプール支流5や加圧板7、さらにマトリクス配置のレイアウト自体は、第一実施例と同一とした。

【0053】次に、本実施例の製造法を説明する。なお、本実施例の製造法において、第一実施例と異なる点は、アクチュエータを分離加工する点のみであるため、この点を説明する。

【0054】第一実施例で述べたとおり、Au電極41を両面に蒸着したシート状圧電体40を仮固定基板43に貼り付けた後、本実施例ではサンドブラスト処理よりも簡便かつ高精度、安定加工が可能なダイシング加工を行い、各アクチュエータ9を分離加工する。ここで、本実施例のアクチュエータは各行および各列毎にその辺が一直線上であるため、各行および各列単位で一括にダイシング加工できる。したがって、サンドブラスト処理で必要であったマスクが不要となり、それによりマスク位置合わせプロセスを削除でき、さらにアクチュエータ9の寸法や位置をより高精度に加工できるという利点がある。

【0055】本実施例の動作について、第一実施例と異なる点は、チャンバ2内のインク流れがよりスムーズになることが挙げられる。すなわち、菱形チャンバ2の長い方の対角方向にインクが流れるため、インクが通過するコーナーは鈍角となり、流れよどみが発生しにくく、気泡の停留を防止することが可能となり、インクジェットの信頼性を向上させることができる。

【0056】実際に製作したインクジェットヘッドに対し、第一実施例と同様の実験を行った結果、全ノズルから30p1のインク滴が安定して吐出することを確認した。さらに、同時駆動するノズルの数を変化させて同様の実験を行った結果、駆動数に関わらず同滴量のインク滴が安定して吐出することを確認した。また、駆動する場所による吐出特性の差異も確認されなかった。この実験結果から、概略菱形チャンバは概略正方形チャンバと同様の高効率特性を持ち、クシ歯形状のインクプール支流との組み合わせによって、ノズルを高密度に配置できる効果が確認され、そのインクジェットが安定して吐出することを実験的に実証した。また、概略菱形チャンバと同様の外寸を有するアクチュエータを用いることにより、製造プロセスの簡略化と加工精度の向上が実現できた。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のインクジェットヘッドによれば、チャンバの形状指標のA値が1

$\leq A \leq 2$ を満たすチャンバを用いることにより、チャンバの占有面積を小さくしても駆動時の体積変化量を維持することが可能な、高効率のチャンバを得ることができる。したがって吐出するインク滴量を落とすことなく、ノズルを高密度に配置することが可能となる。

【0058】また、チャンバの形状指標のA値が $1 \leq A \leq 2$ を満たすチャンバが概略正方形や概略菱形の場合、内部のインク流れの方向をその長い方の対角線の方向とすることにより、チャンバ内のインク流れをスムーズに

10 できるため気泡の停留を防止しインクジェットヘッドの信頼性を向上できる。さらに、特に概略菱形チャンバにおいてはアクチュエータもチャンバと同様の概略菱形とすることで各行、各列毎のダイシング加工が可能となり、製造プロセス簡略化、加工精度向上が実現できる。

【0059】また、基盤目の格子状にマトリクス配置する際のレイアウトが、前記 θ 、 n 、 d (mm) に関して $0 < \tan \theta \leq 5d$ 、または $n \times d \geq 0.2$ 、または、 $0.5 \leq n \times \tan \theta \leq 2$ とすることにより、チャンバの形状指標のA値が $1 \leq A \leq 2$ を満たすチャンバをス

20 ペース的に無駄なくマトリクス配置とすることができるため、高効率で占有面積の小さいチャンバをより高密度にレイアウトすることができる。また、インクプール支流を含めたレイアウトにおける高密度化を実現することもできる。

【0060】また、インクプール支流よりもインクプール本流の断面積を大きく形成することによって安定な流れとすることができ、また単位時間あたりのインク供給量を大きくすることができるので吐出周波数を増加させることができる。さらに、ノズル間の吐出特性ばらつきを抑制することができる。

【0061】また、インクプール支流ないしはインクプール本流の断面積を、下流に行くほど減少して設けることによって、下流部でも安定した供給を行うことができ、ノズル間の吐出特性ばらつきを抑えることができる。また、流速低下による気泡の停留も抑制することができ、インクジェットヘッドの信頼性を向上させることができる。

【0062】以上のように、インクジェットヘッドの高密度化、信頼性向上、特性ばらつき低減、製造プロセス低減、加工精度向上に効果があり、工業的価値が多

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は四角形チャンバの縦横比に対する体積変化量の関係を示すグラフであり、図1(b)は、様々な形状のチャンバの「(外接円の直径)/(内接円の直径)」の値に対する体積変化量の関係を示すグラフである。

【図2】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの全体透視図。

【図3】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの拡大透視図。

【図4】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの立体構成を示す図。

【図5】マトリクス配置を定めるために必要なパラメータを説明するための図。

【図6】本発明の第一実施例におけるインクジェットヘッドのアクチュエータ部分を製造するプロセスを示す図。

【図7】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドのアクチュエータ部分を製造するプロセスを示す図。

【図8】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドを製造するプロセスを示す図。

【図9】本発明第一実施例におけるインクジェットヘッドの駆動電圧波形を示す図。

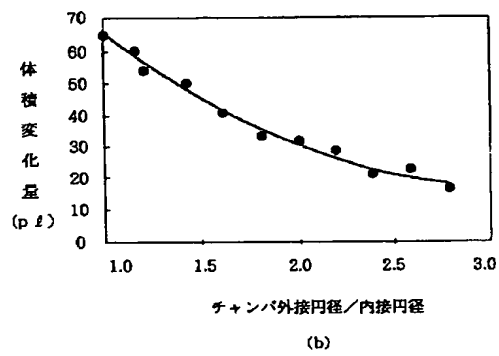
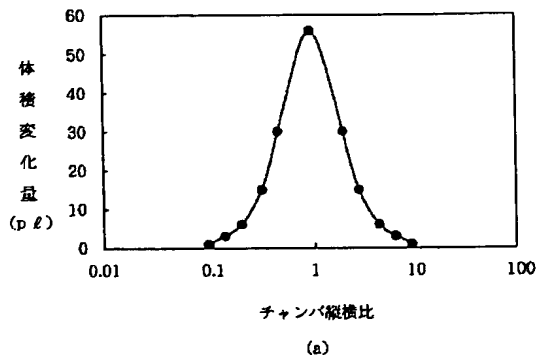
【図10】本発明第二実施例におけるインクジェットヘッドの拡大透視図。

【図11】従来の技術におけるインクジェットヘッドを示す図。

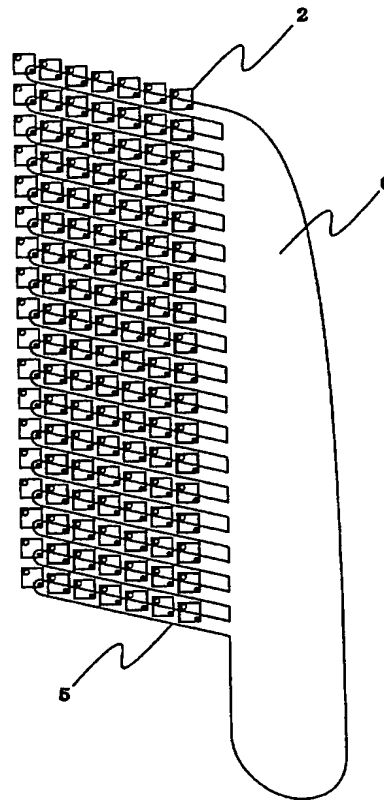
【符号の説明】

- 1 ノズル
- 2 チャンバ
- 3 供給孔
- 5 インクプール支流
- 6 インクプール本流
- 7 加圧板
- 8 個別電極
- 9 アクチュエータ
- 11, 12, 13, ... 行
- 20 各行内で隣接するノズルの、ヘッド主走査方向に直交する方向の距離
- 21, 22, 23, ... 列
- 30 ヘッド主走査方向
- 31 各行とヘッド主走査方向の角度
- 40 シート状圧電体
- 41 Au電極
- 42 仮固定粘着シート
- 43 仮固定基板
- 44 マスク
- 45 サンドブラストノズル
- 51 ノズルプレート
- 52 チャンバプレート
- 53 供給孔プレート
- 54 プールプレート
- 101 ノズル
- 102 チャンバ
- 103 供給孔
- 104 インクプール

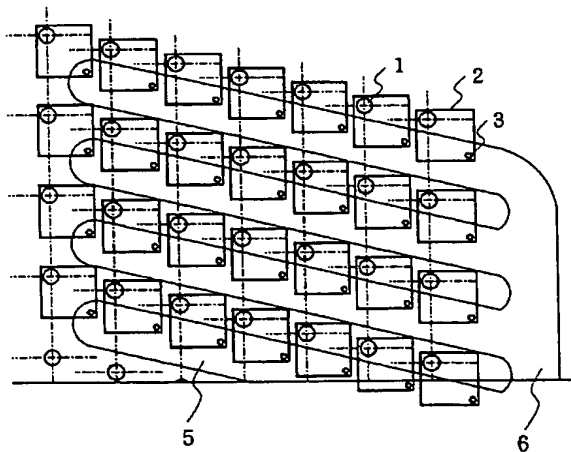
【図1】



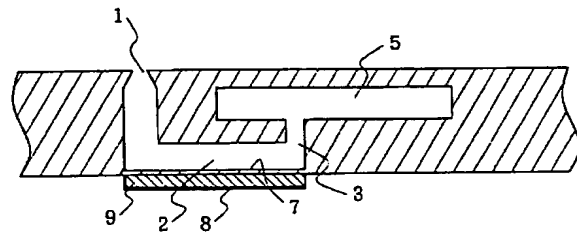
【図2】



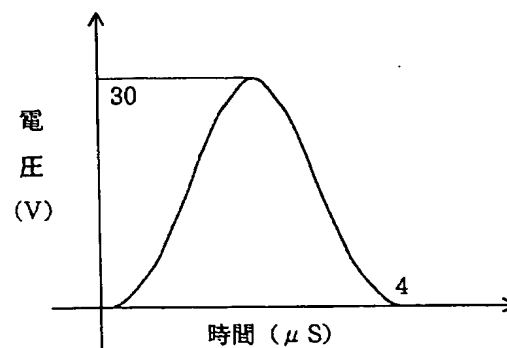
【図3】



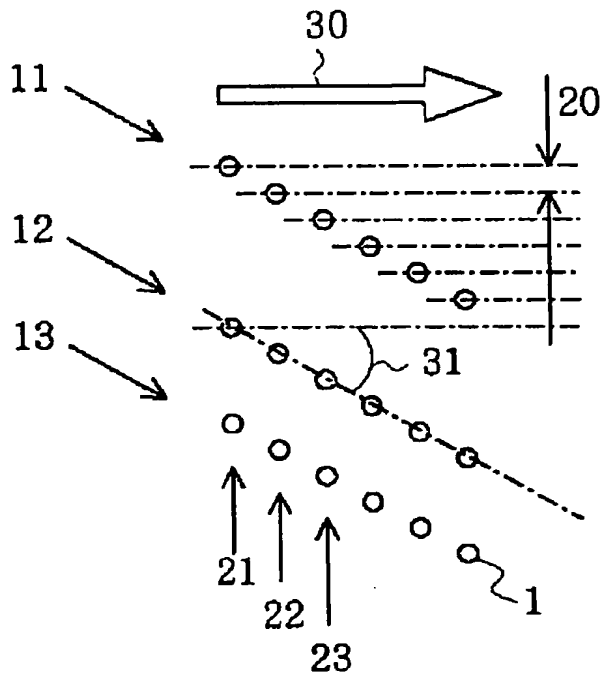
【図4】



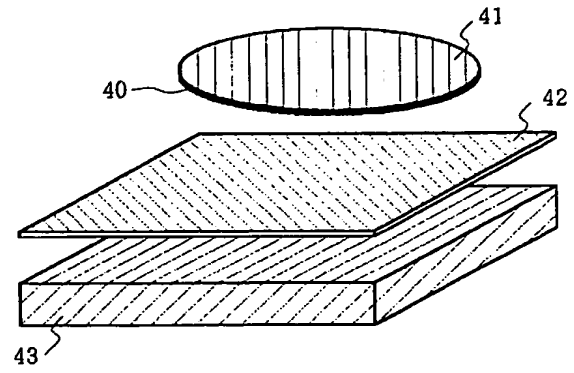
【図9】



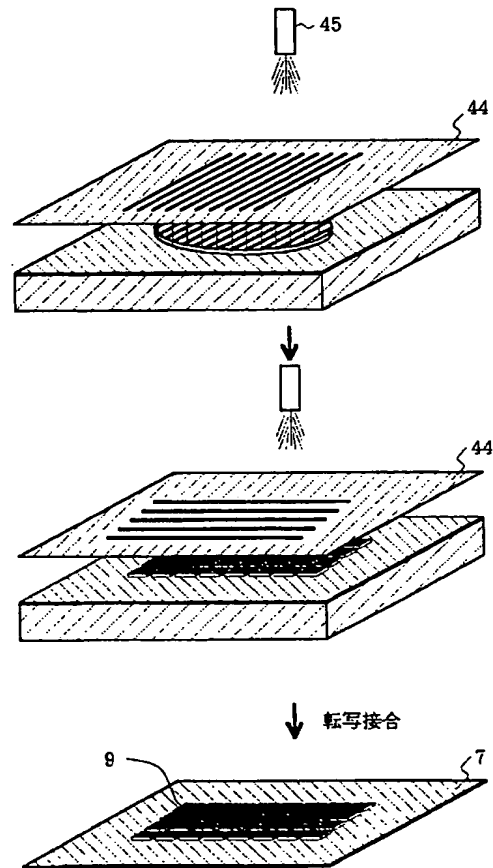
【図5】



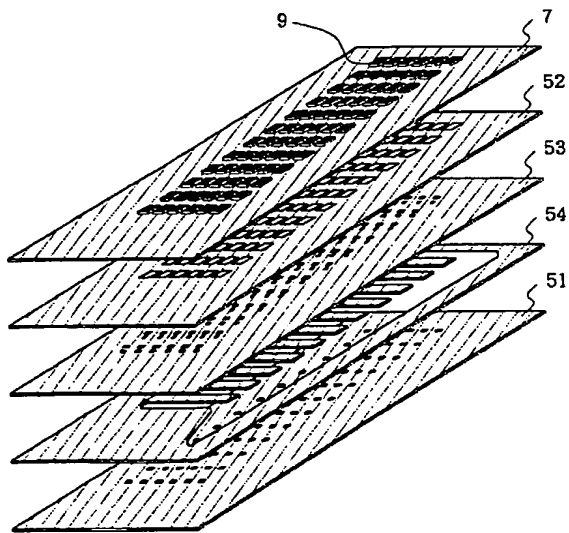
【図6】



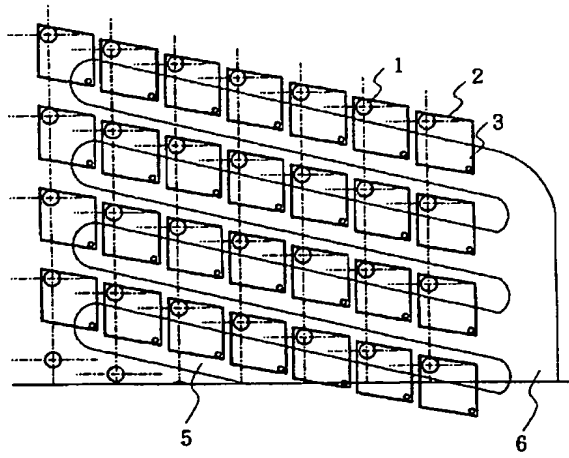
【図7】



【図8】



【図10】



【図11】

